

fenómenos preliminares, cuyo término definitivo es la *fecundación*.

¿Cuáles son estos fenómenos preliminares?  
¿Qué es la fecundación á la cual conducen?

#### Fecundación en los metazoos.

Resúmense estos fenómenos preliminares en el *Ascaris megalocephala*, en que han sido estudiados principalmente, en la separación por el óvulo y por el zoosperma, de una parte de su contenido celular. La célula-huevo elimina ordinariamente dos porciones sucesivas de su protoplasma y de su núcleo: los glóbulos polares; la parte restante del núcleo, denominada pronúcleo-hembra, es el huevo á fecundar.

El zoosperma despréndese igualmente de una parte de su contenido celular; la célula reducida de esta suerte constituye el espermatozoide.

Este viene así á completar la célula-huevo reducida, según acabamos de manifestar, formando una nueva célula perfecta.

Esta reconstitución de una célula, á expensas de dos células reducidas, de una célula revivificada y provista de toda la energía necesaria para transformarse, pasando por una serie de estadios más complejos cada vez, en un individuo semejante al padre, es esencialmente el fenómeno de la fecundación.

Nosotros retrovenimos de esta manera á los fe-

nómenos de la división celular descritos anteriormente.

#### La evolución embrionaria.

La primera célula embrionaria, denominada célula de segmentación (1), llega á dividirse. En el momento de esta división, el pronúcleo macho y el pronúcleo hembra concurren, cada uno por mitad, á la formación de las asas cromáticas, y, por consecuencia, á la generación de los núcleos-hijos.

A la primera segmentación sucede pronto, después de un primer período de reposo, una segunda segmentación, luego una tercera, una cuarta y así sucesivamente. Cada vez, el núcleo y el protoplasma de cada uno de los blastómeros vuelven á pasar por toda la serie de transformaciones que hemos descrito para la primera segmentación. Las dos primeras células-hijos, aparte el caso de segmentación desigual, divídense rápidamente en 4, luego en 8, 16, 32, 64 segmentos (2). Prosiguiendo la renovación de este proceso, el huevo se transforma en un montón esférico de células, denominado *morulo*, porque

(1) Véase en O. HERTWIG, *Traité d'embryologie*, París, Reinwald. 1891, la fig. 30. Diferentes estadios de la segmentación, pág. 50.

(2) No ocurre siempre este mismo caso; ciertas especies segmentan en 6, 12, 24, 48.

las diversas células que le constituyen surgen á su superficie en forma de pequeños relieves: esto le dá el aspecto de un muro (1).

Este germen pluricelular experimenta ciertas modificaciones, que tienen por resultado separar las células embrionarias y formar en medio del germen una pequeña *cavidad de segmentación*, llena de un líquido. Esta cavidad es estrecha en sus comienzos, ensanchándose progresivamente de tal manera, que el germen aumenta mucho en superficie, al mismo tiempo que las células que ocupaban primitivamente el centro, tórnanse superficiales. El germen, en este estado, recibe la denominación de *blastula*.

La blastula no es, por consiguiente, más que una esfera cóncava cuya pared está constituida por una ó varias agrupaciones de células. Un sólo proceso preside á su génesis: el proceso de segmentación.

La evolución embrionaria, á partir de este estadio, complicase notablemente.

En efecto, de esta esfera salen esos organismos adultos, tan complicados, donde multitud de órganos heterogéneos concurren á la constitución de un sér capaz de nutrirse, multiplicarse, acaso de sentir y moverse en el espacio.

Seríanos evidentemente imposible demostrar,

(1) *Idem*, pág. 62.

aún á grandes rasgos, las diferentes direcciones que toman los gérmenes elementales de los organismos vivientes para formar esa riqueza extraordinaria de tipos, que los naturalistas no pueden clasificar en sólo los dos reinos de la vida.

Aquí sobre todo, parece que la Naturaleza realiza los efectos más complicados y varios por medio de una simplicidad casi pueril.

Dos principios generales dominan toda la ontogénesis: *el principio del acrecentamiento desigual* de la combinación de células que forman la membrana periférica de la blastula, y *el principio de la división de trabajo y de la diferenciación histológica*.

#### Leyes de la evolución embrionaria.—Primera ley.

¿Cuáles son los principales fenómenos comprendidos bajo el nombre de ley ó *principio del acrecentamiento desigual* de la combinación celular?

Suponiendo que los diferentes elementos constitutivos de una membrana celular jamás se dividen más que de una manera *uniforme*, la esfera primitiva podrá bien espesarse ó extenderse sobre su superficie; el diámetro de la esfera aumentará, pero la forma externa permanecerá invariable y el embrión no traspasará el estadio de la blastula, en que hasta aquí le hemos considerado.

Ahora bien, en el seno de esta membrana de células, prodúcese, más rápidamente que sobre los puntos próximos, un cierto número de divisiones celulares; verificándose la división perpendicularmente á la superficie de la membrana, esta ocupa al instante una extensión marcada. Ella ejercerá al mismo tiempo una presión sobre las células próximas, tendiendo á separarlas. Empero si éstas resisten, formarán en la membrana, según la expresión de His, una especie de marco rígido, que la obligará á plegarse. Continuando el proceso, se formará á expensas de la membrana primitiva, una parte morfológicamente distinta del resto, un órgano especial.

Envolviendo una cavidad la membrana de la blastula, el plegamiento puede realizarse en el interior de la cavidad *por invaginación*, ó en la superficie exterior *por evaginación*. La combinación de células que constituyen la pared de la blastula, forma por un proceso de invaginación, lo que se ha denominado las dos primeras hojas germinativas del embrión. Algunas células de la pared llegan á constituir, á consecuencia de la rapidéz de su desenvolvimiento, un rodete entrante, que va acentuándose hasta formar como una envoltura con la combinación periférica; esta envoltura ú hoja interna es el *endoderma*; la hoja exterior es el *ectoderma*. Un doble plegamiento del endoderma da origen al *mesoderma*. Hé

aquí, por consiguiente, las tres hojas germinativas primordiales que derivan, por una sencilla formación de pliegues, de la combinación celular primitiva.

Las glándulas, el sistema nervioso central, ciertas partes de los órganos de los sentidos, etcétera, son formadas por invaginación.

Las papillas de la lengua, las vellosidades intestinales que imprimen á la superficie de la mucosa del intestino delgado, un aspecto afelpado, son formadas por una especie de evaginación.

Añadid á este doble proceso de plegamiento interno ó externo las modificaciones debidas á la *reabsorción* de segmentos de la combinación celular, como la perforación del orificio bucal, anal, de las hendiduras bronquiales, etc., ó por *fusionamiento*, por ejemplo, la cerradura de las hendiduras bronquiales, la formación de las glándulas ó del hígado, y tendréis entonces las grandes leyes del desenvolvimiento de la forma externa de un embrión, desde la primitiva segmentación celular hasta los estadios más complicados de los organismos adultos.

### Segunda ley de la evolución embrionaria.

Hemos dicho que el *segundo principio* que rige la evolución embriogénica es el *de la división del trabajo y de la diferenciación histológica*.

Ignórase al presente la existencia, en el grado

ínfimo de la escala de la vida, de órganos especiales para el cumplimiento de las funciones, múltiples sin embargo, de que el sér viviente muéstrasen capaz. Empero, á medida que nuestra consideración se eleva á los grados superiores vése á las funciones localizarse en diferentes órganos, formados por tejidos especiales, á la movilidad pertenecer al tejido muscular, á la sensibilidad residir en el tejido nervioso, á la función de reproducción en cierto tejido glandular determinado y así sucesivamente. «Esto acaece, dice Hertwig, en virtud de la ley de la división del trabajo y de la diferenciación histológica, cuya consecuencia es».

Mas ¿qué es la división del trabajo, sino la especialización y localización de las funciones? Y, para que un grupo localizado de células realice una función especial, ¿no es necesario que, con anterioridad, ellas se diferencien histológicamente? La especialización de las funciones ó «división del trabajo» no es por consiguiente la causa, sino la consecuencia de la diferenciación de los tejidos.

Ahora bien, ¿cuál es el origen de esta diferenciación?

#### **Razón íntima de la diferenciación.**

Es evidente que debe existir en la misma célula, anteriormente á la diferenciación histológica

y á la división del trabajo fisiológico, consecuencia suya, una razón explicativa de una y de otra.

Es natural y lógico suponer después que las diferencias morfológicas de los elementos del organismo celular entrañan diferencias respecto de su nutrición. Cada elemento anatómico exige del jugo protoplásmico el alimento que le conviene. La nutrición acentúa por tanto las diferencias primordiales del organismo celular; durante la proliferación de las células, cada grupo homogéneo de ellas, dotado de la propiedad de absorber en el protoplasma ciertas substancias determinadas, modifícase más cada vez, asimilándose las; de esta suerte se comprende la formación progresiva de los distintos tejidos y que estos se reserven entonces el trabajo fisiológico en armonía con su constitución histológica particular.

No se arguya contra esto que la célula no revela, aún en el estado rudimentario, las diferencias que podría suponerse correspondientes á la múltiple diversidad de futuros tejidos.

Hemos afirmado anteriormente que, en efecto, se sabe que la célula, esa masa microscópica de protoplasma, reputada durante tan largo tiempo como amorfa, es de una complicación tal que los engrosamientos más excesivos no permiten asignarla ningun límite.

Si se replicase que ningun biólogo ha visto realmente en el tejido celular la diferenciación

más rudimentaria de cada uno de los elementos anatómicos de que hemos menester, responderíamos en nombre de la lógica que no puede negarse una cosa por solo la razón de no haberla visto.

La química biológica acusa además la existencia de diferencias profundas entre los mismos elementos químicos que entran en la composición íntima de la célula.

Hémos aquí, con estas declaraciones, al término de la primera parte de nuestro estudio sobre la noción *científica* de la vida.

#### Síntesis retrospectiva.

El sér viviente, afirman los biólogos, es el sér orgánico y las funciones de la vida son aquellas que dependen de su organización.

Para estudiar el sér orgánico y sus funciones propias, precisa, dicen ellos, descender á la organización elemental de la célula y estudiar las funciones de esta.

Nosotros hemos investigado, en primer término, la organización de la célula.

Después hemos considerado íntimamente su funcionamiento, observando que él se revela bajo la forma de movimiento intenso, extremadamente complejo, atómico ó químico, molecular ó físico, de masa ó mecánico.

Este mismo movimiento, de tanta complicación conduce á otro movimiento más amplio, por

medio del cual la célula primordial desarrolla cumplidamente el curso de su vida individual y perpetúa la vida de la especie.

La órbita más extensa de este nuevo movimiento abraza la *crescencia* de la individualidad celular; después su *multiplicación* ó su *reproducción*, ya por una simple división celular, ó por una preparación preliminar de elementos sexualmente diversos, destinados á formar por su unión una nueva célula *fecundada*, es decir, revivificada y capaz de proliferar; y por último, la segmentación progresiva de esta célula primordial y su *desenvolvimiento* por la diferenciación histológica y por la división del trabajo hasta la constitución definitiva de los organismos complejos que pueblan los dos reinos.

Procuraremos en la *segunda* parte de este estudio *científico*, deducir las conclusiones generales que la primera nos ha sugerido.

Intentaremos sintetizar los resultados de nuestro análisis y determinar cuáles son los caracteres esenciales del *sér orgánico*, que nos propusimos describir y del *movimiento vital*, cuyas fases sucesivas hemos observado.

Compararemos después el movimiento vital con el movimiento de los séres no-vivientes para aproximarnos así al término de nuestra labor, esto es, á la definición filosófica de la vida.

**Caracteres esenciales del sér orgánico.**

¿Cuáles son, pues, los caracteres distintivos esenciales del *sér orgánico*?

La *coordinación* de sus órganos y de sus elementos anatómicos y la *subordinación* de sus funciones.

Considérese á simple vista los órganos, ó estúdiase microscópicamente sus elementos, ellos jamás se nos aparecen como desunidos, arrojados confusamente al azar de las circunstancias; hállanse unidos mutuamente conforme á una disposición regularizada, dependiendo unos de otros, compensándose recíprocamente y concurriendo por su estructura respectiva á la constitución armónica de *un todo*, cuyas *partes* son.

**Coordinación de los órganos.**

Milne-Edwards, naturalista eminente del Museo de París, ha evidenciado admirablemente esta correlación de los órganos en los organismos. Adoptando, como ejemplo, el diente carnívoro del león, demuestra cómo la conformación de este solo órgano y el examen de sus particularidades permiten deducir la estructura del resto de su cuerpo y casi toda la historia del animal: ¡tan admirable acuerdo reina entre la conformación de cada uno de estos instrumentos y el conjunto de la organización! «De esta manera, observa él,

por únicamente la inspección de ese diente carnívoro, podemos decir que el animal, al que perteneció, debía tener una armazón huesosa destinada á soportar el órgano mencionado, y á sostener de igual manera todas las partes del cuerpo; por consiguiente, él tenía un esqueleto; ahora bien, esta armazón interna nunca existe sino para proteger un eje cerebro-espinal. El animal, por solo tener ese diente, estaba necesariamente dotado de cerebro, cerebelo, médula espinal y numerosos nervios; este cerebro y estos nervios suponen, á su vez, la existencia de órganos de sentidos destinados á establecer las relaciones entre el animal y el mundo exterior. La estructura del referido diente permítenos afirmar que él pertenece á un animal provisto de un aparato circulatorio muy completo, y cuyos huesos desarróllanse de tal forma, que constituyen alrededor de los gérmenes dentarios una cavidad profunda, carácter advertido solamente en ciertos cuadrúpedos: puede sostenerse asimismo que el cuadrúpedo del ejemplo propuesto era un mamífero. La forma misma de ese diente adviértenos que él estaba destinado á arrebatar la carne: por consiguiente, pertenecía á un mamífero carnívoro. Mas, para digerir la carne de que se nutría, este carnívoro debía tener un estómago y unos intestinos de especial conformación, y para apoderarse de su presa, poseer órganos de loco-

moción y rapiña. Prosiguiendo este razonamiento, llégase, de deducción en deducción, á determinar todos los caracteres más salientes del animal; las relaciones que existen entre las diferentes partes de la economía animal son tan fijas que, aun en el caso de ignorarse la razón de estas relaciones, puede frecuentemente haberse la certeza de que ellas nunca faltarán, y que se puede llegar, por cualquiera método empírico, á completar la historia del sér que se estudia. De esta suerte, se ha visto en muchas ocasiones traducir—valga la frase,—por medio de signos externos, la conformación de los órganos más latentes; así también, el estudio de los restos de osamentas enterrados en las diferentes capas del globo ha suministrado el conocimiento de la estructura especial de un grupo de animales, cuya desaparición total ha precedido, durante largo tiempo, á la existencia del hombre sobre la Tierra. Cuvier fué el primero que logró reconstituir así los animales, cuya noción había desaparecido con el tiempo; he aquí uno de los títulos más gloriosos del célebre naturalista.

Por lo demás, en los comienzos de la vida embrionaria, los seres vivientes manifiestan la coordinación maravillosa que prepara los organismos futuros.

### Unidad armónica del organismo viviente.

Hemos descrito anteriormente con toda amplitud las diversas fases de la división celular. ¿Es posible siquiera imaginar nada más armónicamente bello? Siempre que nuestra reflexión se fije en el número, en la variedad de las divisiones celulares y en las relaciones casi infinitas que deben establecerse entre las células que derivan para constituir finalmente un organismo completo, podemos preguntarnos con el sabio profesor de Würzburg: ¿La célula es solamente materia, ó está dotada de una inteligencia como la nuestra?

Nada impide, por último, ello merece tenerse en cuenta, que los elementos empeñados en el organismo con las fuerzas que hallamos fuera del reino de la vida, ó después de la descomposición de substancias orgánicas, se unan de aquí y de allá, mezclándose en un confuso caos; nada exige que se diferencien en tejidos variados; abandonados á sí mismos, habrían de servir, según todas las previsiones del cálculo de probabilidades, los caprichos veleidosos del azar, engendrando únicamente deformidades.

Mas, en realidad, los elementos celulares vivientes y las células asóciense en grupos regulares: la heterogeneidad de cada una de las agrupaciones revélase al propio tiempo que se afirma la

homogeneidad de sus elementos, se forman los tejidos y constituyen los órganos y los aparatos, entre tanto que estas unidades anatómicas, por muy múltiples y variadas que sean, no dejan, sin embargo, de pertenecer á una unidad superior, que es la del organismo entero.

¿Quiere esto decir que ciertos elementos anatómicos no pueden apartarse del conjunto y gozar, no obstante, en sus nuevas condiciones de aislamiento, de determinadas propiedades que manifestaban en su estado de unión?

Lejos de nosotros sostener semejante teoría. La *unidad* no es la *simplicidad*. El organismo es *uno*, sus partes constitutivas hállanse coordinadas armónicamente en una unidad *individida* ó *indivisa*; empero, la *indivisión* no es la *indivisibilidad*; por consiguiente, nada prohíbe que tal elemento que *forma actualmente parte* de un todo orgánico, no constituya, momentos después, una realidad aislada dotada de propiedades compatibles con las condiciones que exige su aislamiento. Lo verdaderamente importante, así lo hemos notado nosotros, es la dependencia mútua de los elementos anatómicos durante el largo tiempo que forman parte de la individualidad orgánica, y el carácter absolutamente relativo de cada uno de ellos en la unidad constitutiva del conjunto.

Esta primera unidad supone otra denominada

por nosotros unidad de *subordinación* ó de *naturaleza*.

#### Unidad de subordinación.

Por *naturaleza*, entendemos el sujeto individual mismo, considerado bajo el especialísimo punto de vista de las actividades, cuyo principio es originariamente y de su convergencia en el término á que ellas abocan finalmente.

En su consecuencia, afirmar que el sér viviente testimonia una unidad de naturaleza es sostener que las *funciones* desarrolladas por sus órganos, son mutuamente dependientes y *jerárquicamente subordinadas* á un último término, que no es otro que la conservación y el bienestar del sujeto viviente y de su especie.

Milne-Edwards recuerda, á este propósito, la ley formulada por Jussieu, bajo el nombre de *principio de la subordinación de caracteres*. «Es evidente, por ejemplo, que en un mamífero, cuyo sistema dentario está dispuesto para despedazar la carne y apoderarse de una presa viviente, el tubo digestivo debe ser apropiado al régimen carnívoro y diferente del de los animales herbívoros; mas, este aparato digestivo permanecería inactivo, si el animal no fuera organizado para poder asir lo que ha de constituir su nutrición; precisa que sus movimientos sean rápidos y pujantes; es necesario, pues, un sistema de miem-

bros dispuestos favorablemente para la locomoción, y de músculos de grande energía; mas, la energía de las contracciones musculares supone una respiración activa; y las relaciones de la atmósfera con la profundidad del organismo solamente pueden establecerse bien con la ayuda de una circulación rápida de los líquidos nutritivos. Este régimen carnívoro reclama en el animal cazador, órganos y sentidos muy perfectos para guiarle en la busca de su presa, é instrumentos de apresamiento para asirla cuando la tenga á su alcance. Por tanto, la disposición del sistema nervioso del esqueleto, del aparato circulatorio y de los órganos respiratorios deberá estar en armonía con el carácter particular del aparato digestivo, ó mejor aún, todas esas partes guardarán, en determinadas ocasiones, una dependencia mútua, evidentemente necesaria».

Ahora bien; ¿esto vale tanto como sostener que en el sér orgánico existen una ó varias funciones de un orden superior, «los caracteres dominadores,» que decía Cuvier, que entrañarían siempre consecuentemente cierto conjunto de propiedades secundarias, cuyo origen habrían de ser ellos mismos?

No. La subordinación de un agente fisiológico á otro es puramente *relativa*; todos son, en su rango jerárquico, subordinados al funcionamiento normal del conjunto. Hemos demostrado ante-

riormente cómo, en los organismos complicados, las múltiples funciones de la digestión y absorción, circulación y respiración, de la secreción en fin, guardan cierta conexidad con la función de nutrición.

La nutrición depende, á su vez, de la irritabilidad del protoplasma, tanto como éste hállase sujeta á aquella.

Es evidente, en efecto, que los filamentos del protoplasma no conservarían su poder contractil sino fueran fortificados constantemente por las substancias nutritivas del mismo y aún éste no proseguiría indefinidamente su trabajo de asimilación y desasimilación, á no depender de un tejido viviente, cuya principal nota característica es absoluta y justamente abrir sus mallas á las substancias extrañas y encerrarlas entre ellas para excluir todo aquello, que pudiera serle nocivo é inútil.

No hay, sin embargo, razón alguna para considerar á una de estas funciones «dominando» á la otra: al contrario, ambas rígense por las causas más profundas, en virtud de las cuáles evoluciona el individuo y se conserva la especie.

Esta dominación déjase sentir hasta en las profundidades de los tejidos y de los elementos anatómicos.